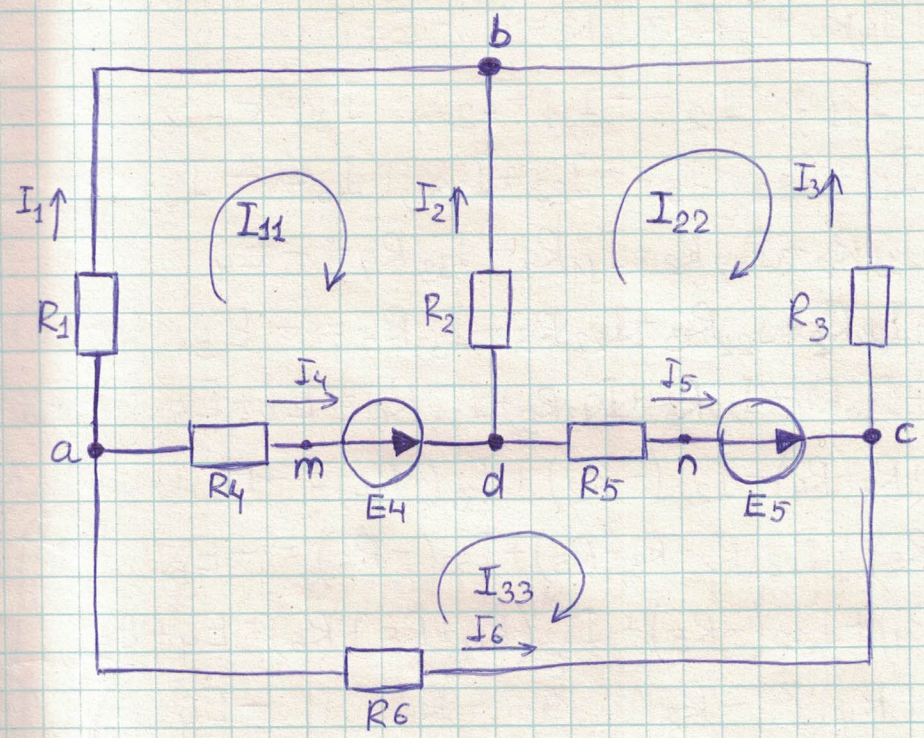
Домашняя работа №1 В.97

Дано:

$R_1 = 76$ Ом; $R_2 = 44$ Ом; $R_3 = 21$ Ом;
$R_4 = 78$ Ом; $R_5 = 64$ Ом; $R_6 = 41$ Ом; $E_4 = 30$ В
$E_5 = 26$ В



① $N_I = 4 - 1 = 3$ — кол-во ур-ний по I з-ну Кирхгофа

$N_{II} = 6 - 3 = 3$ — кол-во ур-ний по II з-ну Кирхгофа

$$a:\ -I_1 - I_4 - I_6 = 0$$
$$b:\ I_1 + I_2 + I_3 = 0 \qquad \text{I з-н Кирхгофа}$$
$$c:\ I_5 - I_3 + I_6 = 0$$

$$abda:\ I_1R_1 - I_2R_2 - I_4R_4 = -E_4$$
$$dbcd:\ I_2R_2 - I_3R_3 - I_5R_5 = -E_5 \qquad \text{II з-н Кирхгофа}$$
$$adca:\ I_4R_4 + I_5R_5 - I_6R_6 = E_4 + E_5$$

② $I_1 = I_{11}$; $I_2 = -I_{11} + I_{22}$; $I_3 = -I_{22}$;
$I_4 = -I_{11} + I_{33}$, $I_5 = -I_{22} + I_{33}$; $I_6 = -I_{33}$

$$\begin{cases} I_{11}R_1 + I_{11}R_2 - I_{22}R_2 + I_{11}R_4 - I_{33}R_4 = -E_4 \\ -I_{11}R_2 + I_{22}R_2 + I_{22}R_3 + I_{22}R_5 - I_{33}R_5 = -E_5 \\ -I_{11}R_4 + I_{33}R_4 - I_{22}R_5 + I_{33}R_5 + I_{33}R_6 = E_4 + E_5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_{11}(R_1 + R_2 + R_4) + I_{22}(-R_2) + I_{33}(-R_4) = -E_4 \\ I_{11}(-R_2) + I_{22}(R_2 + R_3 + R_5) + I_{33}(-R_5) = -E_5 \\ I_{11}(-R_4) + I_{22}(-R_5) + I_{33}(R_4 + R_5 + R_6) = E_4 + E_5 \end{cases}$$

$$\left(\begin{array}{ccc|c} R_1+R_2+R_4 & -R_2 & -R_4 & -E_4 \\ -R_2 & R_2+R_3+R_5 & -R_5 & -E_5 \\ -R_4 & -R_5 & R_4+R_5+R_6 & E_4+E_5 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 198 & -44 & -78 & -30 \\ -44 & 129 & -64 & -26 \\ -78 & -64 & 183 & 56 \end{array}\right)$$

$I_{11} = -0{,}0889\ A$; $I_{22} = -0{,}1196\ A$, $I_{33} = 0{,}2262\ A$;
$I_1 = -0{,}0889\ A$; $I_2 = -0{,}0306\ A$, $I_3 = 0{,}1196\ A$,
$I_4 = 0{,}3152\ A$; $I_5 = 0{,}3458\ A$; $I_6 = -0{,}2262\ A$.

③ $I_1 = \frac{(\varphi_a - \varphi_b)}{R_1}$; $I_2 = \frac{-\varphi_b}{R_2}$;

$I_3 = \frac{\varphi_c - \varphi_b}{R_3}$; $I_4 = \frac{\varphi_a + E_4}{R_4}$;

$I_5 = \frac{-\varphi_c + E_5}{R_5}$; $I_6 = \frac{\varphi_a - \varphi_c}{R_6}$.

Подставим в систему по I з-ну Кирхгофа и сделаем преобразования:

$$\begin{cases} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_6}\right)\varphi_a + \left(-\frac{1}{R_1}\right)\varphi_b + \left(-\frac{1}{R_6}\right)\varphi_c = -\frac{E_4}{R_4} \\ \left(-\frac{1}{R_1}\right)\varphi_a + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)\varphi_b + \left(-\frac{1}{R_3}\right)\varphi_c = 0 \\ \left(-\frac{1}{R_6}\right)\varphi_a + \left(-\frac{1}{R_3}\right)\varphi_b + \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}\right)\varphi_c = \frac{E_5}{R_5} \end{cases}$$

$$\left(\begin{array}{ccc|c} \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_6} & -\frac{1}{R_1} & -\frac{1}{R_6} & -\frac{E_4}{R_4} \\ -\frac{1}{R_1} & \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} & -\frac{1}{R_3} & 0 \\ -\frac{1}{R_6} & -\frac{1}{R_3} & \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} & \frac{E_5}{R_5} \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 0,0503687 & -0,0131579 & -0,0243902 & -0,384615 \\ -0,0131579 & 0,083504 & -0,047619 & 0 \\ -0,0243902 & -0,047619 & 0,0876343 & 0,40625 \end{array}\right)$$

$\varphi_a = -5,4129$ В; $\varphi_b = 1,3498$ В;

$\varphi_c = 3,8626$ В.

$I_1 = -0,0889$ А; $I_2 = -0,0306$ А;

$I_3 = 0,1196$ А; $I_4 = 0,3152$ А;

$I_5 = 0,3458$ А; $I_6 = -0,2262$ А.

④

Метод	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6
М.К.Т.	-0,0889	-0,0306	0,1196	0,3152	0,3458	-0,2262
М.У.П.	-0,0889	-0,0306	0,1196	0,3152	0,3458	-0,2262

⑤

$$\sum_K (\pm I_K E_K) = \sum_n R_n I_n^2$$

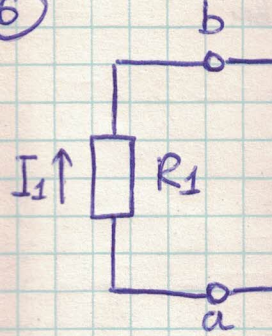
$$I_4 E_4 + I_5 E_5 = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2 + R_4 I_4^2 + R_5 I_5^2 + R_6 I_6^2.$$

$9,4565 + 8,9930 = 18,4495$

$18,4495 = 18,4495$

Баланс сошелся

⑥



$R_b = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3 +$

$R_c = \frac{R_3 \cdot R_5}{R_2 + R_3 +$

$R_d = \frac{R_2 \cdot R_5}{R_2 + R_3 +$

$R_{вн} = R_b +$

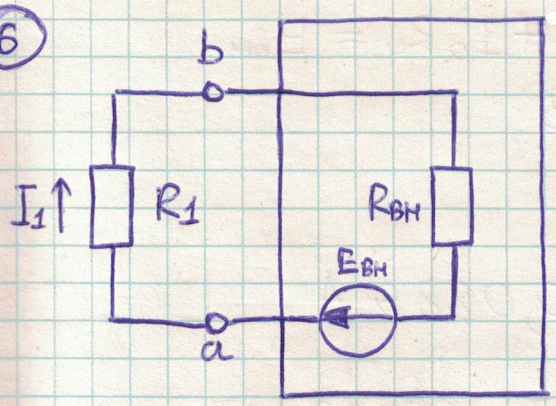
$U_{dc} = \frac{-\frac{E_5}{R_5}}{\frac{1}{R_5} +$

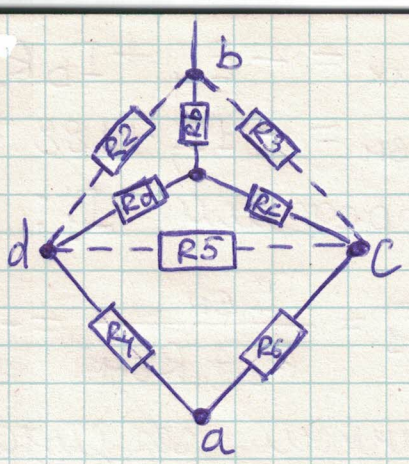
$I_a = \frac{-E_4 + U}{R_4 +$

$I_b = \frac{U_{dc}}{R_2 +$

$U_{xx} - I_b R$

⑥





$$R_b = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3 + R_5} = 7{,}1628 \text{ Ом};$$

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_5}{R_2 + R_3 + R_5} = 10{,}4186 \text{ Ом};$$

$$R_d = \frac{R_2 \cdot R_5}{R_2 + R_3 + R_5} = 21{,}8295 \text{ Ом};$$

$$R_{ВН} = R_b + \frac{(R_d + R_4) \cdot (R_c + R_6)}{R_d + R_4 + R_c + R_6} = 41{,}1010 \text{ Ом} +$$

$$U_{dc} = \frac{-\frac{E_5}{R_5} + \frac{E_4}{R_4 + R_6}}{\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_4 + R_6} + \frac{1}{R_2 + R_3}} = -3{,}9111 \text{ В};$$

$$I_a = \frac{-E_4 + U_{dc}}{R_4 + R_6} = -0{,}2850 \text{ А};$$

$$I_b = \frac{U_{dc}}{R_2 + R_3} = -0{,}0602 \text{ А};$$

$$U_{xx} - I_b R_2 + I_a R_4 = -E_4;$$

$U_{xx} = -E_4 + I_b R_2 - I_a R_4 = E_{вн}$

$E_{вн} = -10,4188$ В,

Определим I_1:

$$I_1 = \frac{E_{вн}}{R_1 + R_{вн}} = -0,0889 \text{ А}$$

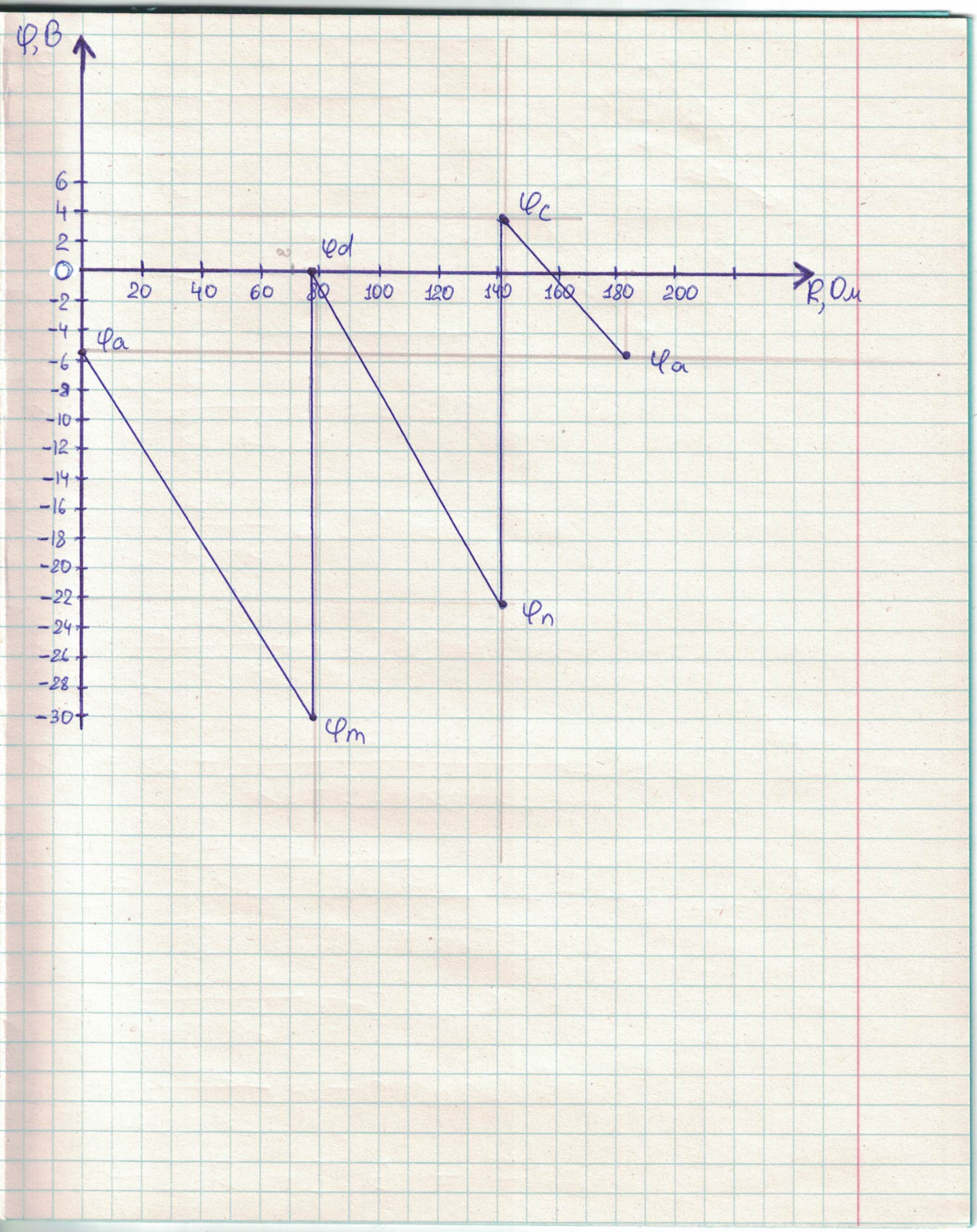
данный результат совпадает с результатами, найденными в пунктах ② и ③

④ $\varphi_m = -E_4 = -30$ В;

$\varphi_n = \varphi_c - E_5 = -22,1373$ В;

	a	m	d	n	c	a
V, В	φ_a	φ_m	0	φ_n	φ_c	φ_a
R, Ом	0	R_4	R_4	R_4+R_5	R_4+R_5	$R_4+R_5+R_6$

	a	m	d	n	c	a
V, В	-5,4129	-30	0	-22,1373	3,8626	-5,4129
R, Ом	0	78	78	142	142	183


φ, В
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
-22
-24
-26
-28
-30
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
R, Ом
φa
φd
φc
φa
φn
φm